

*Д. И. Шубина, В. Б. Пономарев, А. В. Катаев*

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,

*v.b.ponomarev@urfu.ru*

## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СУШКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ И ПРОТИВОТОЧНОЙ ТРУБЕ

*Проведены сравнительные испытания по сушке металлургического шлака в аппарате кипящего слоя и противоточной трубе-сушилке. Представлены экспериментальные данные интенсивности сушки и рекомендации по выбору сушилки.*

Ключевые слова: *сушка; металлургический шлак; кипящий слой; труба-сушилка.*

*D. I. Shubina, V. B. Ponomarev, A. V. Kataev*

Ural Federal University, Ekaterinburg

## COMPARATIVE TESTS OF METALLURGICAL SLAG DRYING IN A FLUIDIZED BED AND COUNTER-FLOW PIPE

*Comparative testing for drying steel slag in the apparatus of the fluidized bed and counter-flow tube-dryer. The experimental data of the drying intensity and recommendations on the choice of the dryer are presented.*

Key words: *Drying; metallurgical slag; fluidized bed; pipe dryer.*

Актуальной задачей в металлургической промышленности является комплексное использование отходов производства. При этом, как правило, требуется сушка шлаков из отвалов от начальной влажности 10–20 % до 1–3 %. Широко применяемые для этой задачи

барабанные сушилки являются энергоемкими, имеют низкий коэффициент полезного действия.

Более прогрессивными способами являются сушка минеральных частиц в кипящем слое или противоточная сушка в вертикальной трубе. Для сравнения этих способов были проведены лабораторные испытания.

Для определения необходимой скорости воздушного потока, обеспечивающей псевдоожижение и транспортировку сыпучего материала по наклонной газораспределительной решетке, купершлак фракции 0–5 мм подавался в аппарат кипящего слоя с производительностью 150 кг/ч.

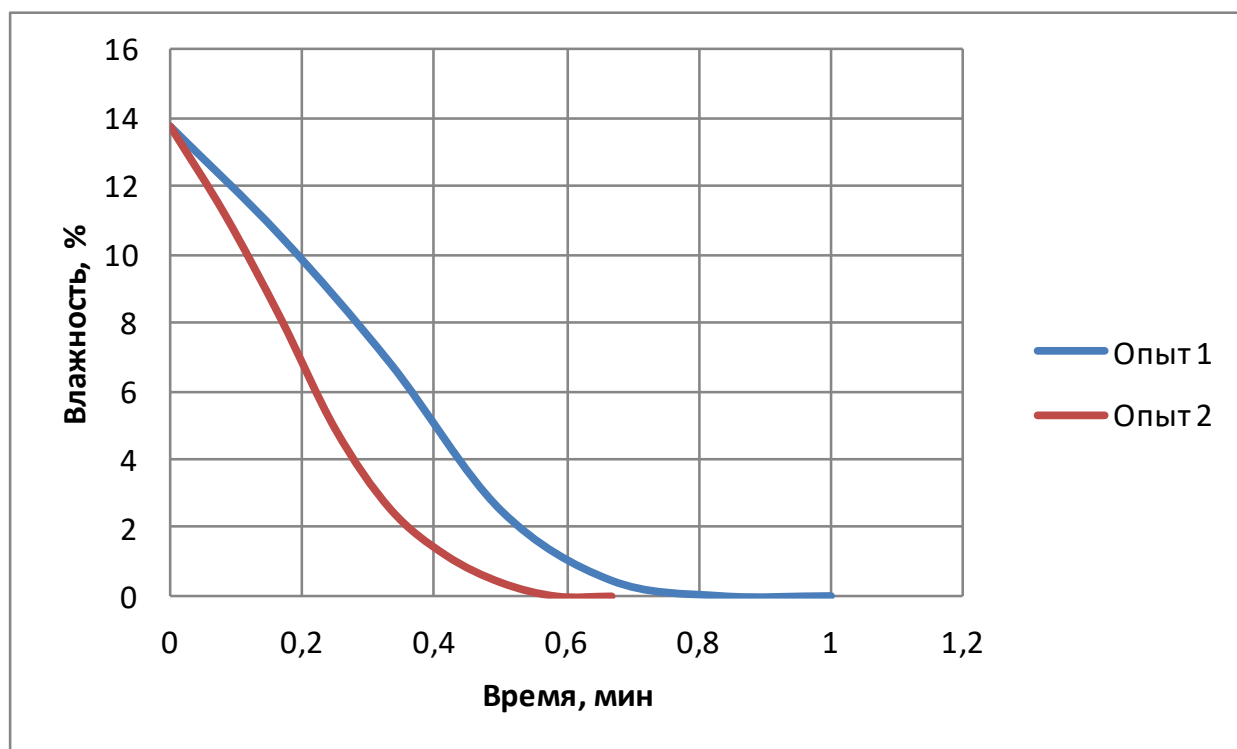
Решетка имела наклон  $4^\circ$  к горизонту и «живое» сечение 7,5 %. Воздушный поток, проходящий через решетку, изменялся в сторону возрастания до тех пор, пока частицы шлака начали передвигаться по решетке к разгрузочному концу. В результате опытов была определена минимальная скорость воздушного потока через отверстия решетки 35 м/с, скорость потока на полное сечение аппарата – 2,66 м/с.

Предварительно маркированные частицы проходили расстояние длины решетки за 5–8 с. Так как площадь сечения аппарата при габаритных размерах 470×50 мм равна  $0,0235 \text{ м}^2$ , а насыпная плотность шлака  $1630 \text{ кг/м}^3$ , была определена высота слоя материала на решетке. Она составила от 5 до 10 мм.

Исследования по сушке шлака проводились на двух типах установок, основанных на конвективном принципе работы с горячим воздушным сушильным агентом. Исходная влажность частиц шлака 10–15 %, конечная влажность – не более 1,0 %. В качестве сушильного агента использовался нагретый тепловентиляторами воздух в объеме до  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$  при температуре не менее  $300^\circ\text{C}$ .

В первой установке – сушилке кипящего слоя, влажный материал продувался горячим воздухом с температурой  $300^\circ\text{C}$  и расходом  $70 \text{ м}^3/\text{ч}$  при рабочих условиях. Скорость продува слоя материала воздухом на полное сечение решетки – 2,6 м/с. В первом

эксперименте высота слоя материала на решетке составляла 10 мм, во втором – 5 мм. Результаты опытов приведены на рисунке.



Результаты сушки шлака в кипящем слое

Установка для сушки материала в аппарате типа «труба-сушилка» включала нагреватель (тепловой пистолет STEINEL HL-1610S), вертикальный воздухопровод высотой 2 м и диаметром 32 мм, бункер-воронку питания и приемный бункер высушенного материала.

Работа установки имела два режима: первый – нагрев воздуха до 300 °С при расходе 0,24 м<sup>3</sup>/мин, и второй – соответственно 500 °С и 0,45 м<sup>3</sup>/мин. Результаты опытов приведены в таблице.

Результаты опытов на противоточной трубе-сушилке

Параметр	Опыт № 1	Опыт № 2
Температура сушильного агента, °С	300	500
Расход сушильного агента, м <sup>3</sup> /мин	0,24	0,45
Производительность по материалу, кг/ч	17,2	33,4
Концентрация материала в потоке, кг/м <sup>3</sup>	1,20	1,24
Скорость сушильного агента в трубе, м/с	4,97	9,33
Исходная влажность материала, %	14,4	13,8
Конечная влажность материала, %	1,06	0,36

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Процесс сушки материала в сплошном слое происходит достаточно долговременно, время сушки составляет от 0,4 до 0,6 мин. Объясняется это стесненными условиями движения потока теплоагента, длительному времени на прогрев всего слоя и застою влаги между слипшимися частицами.

2. Конвективная сушка материала в скоростном потоке теплоагента происходит наиболее эффективно и время просушки отдельных свободно обдуваемых частиц до конечной влажности 1 % не превышает 2–3 с. Таким образом, сушильный аппарат типа противоточная «труба-сушилка» является наиболее эффективным для сушки шлака.